



TUGAS AKHIR - TE 1415199

Sistem Pengamanan Gudang Senjata menggunakan RFID dan Sidik Jari

Candra Yudianto
NRP 07111545000012

Dosen Pembimbing
1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
2. Ir. Tasripan, MT

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



FINAL PROJECT - TE 1415199

Security System of Weapon Warehouse using RFID and Fingerprint

Candra Yudianto
NRP 07111545000012

Advisor
1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
2. Ir. Tasripan, MT

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan isi tugas akhir saya yang berjudul “Sistem Pengamanan Gudang Senjata berbasis RFID” merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya mandiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2018

Candra Yudianto
NRP. 07111545000012

Halaman ini sengaja dikosongkan

Sistem Pengamanan Gudang Senjata berbasis RFID

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,


Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
NIP. 196904261994031003


Ir. Tasripan, MT.
NIP. 196204181990031004



Halaman ini sengaja dikosongkan

SISTEM PENGAMANAN GUDANG SENJATA BERBASIS RFID DAN SIDIK JARI

Nama : Candra Yudianto
Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
2. Ir. Tasripan, MT.

ABSTRAK

Pengamanan gudang senjata menjadi bagian penting dari penyelenggaraan pembinaan materiil dalam pelaksanaan tugas Tentara Nasional Indonesia (TNI) Angkatan Udara. Keamanan penyimpanan senjata diperlukan untuk mencegah terjadinya akses masuk ilegal, pencurian dan kehilangan senjata. Saat ini mekanisme pengambilan dan pengembalian senjata dilakukan dengan pencatatan secara manual. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sistem pengamanan gudang senjata yang menggunakan Radio Frequency Identification (RFID) dan pengenalan sidik jari. Penggunaan RFID memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi setiap senjata. Kartu RFID dipasang pada setiap senjata. Tiga buah RFID reader disusun secara paralel untuk mengakomodasi semua akses pintu masuk. Selanjutnya pemindai sidik jari digunakan sebagai pengidentifikasi personil dalam mengakses pintu gudang senjata. Identitas pemilik sidik jari yang terdaftar akan tertampil di LCD. Mikrokontroller Arduino Nano digunakan untuk membaca data dari modul RFID dan sidik jari, menggerakkan solenoid dan membunyikan alarm. Hasil pengujian terhadap penggunaan RFID menunjukkan bahwa jarak maksimum pembacaan kartu RFID senjata adalah sebesar 4 cm. Sedangkan hasil pengujian terhadap pemindai sidik jari memberikan akurasi 100% dalam pengenalan sidik jari yang telah didaftarkan. Tingkat keberhasilan pengenalan sidik jari juga ditentukan oleh kondisi permukaan ujung jari. Pengujian terhadap keseluruhan sistem menunjukkan hasil bahwa sistem ini dapat berjalan dan berfungsi dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa hasil implementasi sistem telah dapat meningkatkan kinerja sistem pengamanan gudang senjata. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat dikembangkan agar dapat dimonitor secara online melalui sistem informasi pengamanan gudang senjata.

Kata kunci : Gudang senjata, RFID, Sidik jari.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SECURITY SYSTEM OF WEAPON WAREHOUSE BASED ON RFID

Name : Candra Yudianto

Advisor : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

2. Ir. Tasripan, MT.

ABSTRACT

Armory Security is important part for organizing the material guidance to implement on the Tentara Nasional Indonesia (TNI) Air Force tasks. Security of weapons storage is necessary to prevent illegal entry, theft and weapon loss. Currently the mechanism for taking and returning weapons is recorded manually. In this research weapon security system using Radio Frequency Identification (RFID) and fingerprint recognition has been designed. RFID makes it easier to identify every weapon. RFID cards are installed on each weapon. Three RFID readers are arranged in parallel to accommodate all entry accesses. While fingerprint scanning is utilized as a personnel identifier to access the armory. The identity of fingerprint's individual will be displayed on the LCD. The Arduino Nano microcontroller is employed to read data from RFID modules and fingerprint's, move the solenoid and sound an alarm. Test results on RFID usage indicate that the maximum range of weapon RFID readout is 4 cm. Experiments on the fingerprint scanning showed 100% accuracy in indentifying fingerprint's that have been registered. The success rate of fingerprint recognition is also determined by the condition of the fingertip surface. Testing of the whole system shows the result that this system works properly. The result of system implementation has improved the performance of armory security system. Further research is expected to be developed in order to be monitored online through information systems of armory security.

Keywords : Armory, fingerprint scanning, RFID.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya karena tugas akhir ini dapat berjalan lancar dan dapat selesai tepat pada waktunya. Tidak lupa juga penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT., dan Ir. Tasripan, MT, selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing, mengarahkan, dan menginspirasi penulis selama pengerjaan penelitian ini.
2. Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc., Ir. Harris Pirngadi, MT., Dr.Eng. Ir. Totok Mujiono, M.IKom., Dr. Astria Nur Irfansyah, ST., M.Eng., Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., PhD., Selaku dosen penguji yang memberikan banyak masukan dan pengarahannya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku tugas akhir ini dengan baik.
3. Para senior yang memberikan bantuan, motivasi, serta dukungan dalam menjalankan penelitian ini.
4. Orang tua serta keluarga penulis yang tidak pernah putus memberi nasihat, doa, dukungan dan motivasi.
5. Rekan-rekan B402 yang turut membantu serta saling memotivasi dalam pengerjaan penelitian ini.

Terlepas dari semua itu, penulis sadar bahwa masih ada kekurangan pada berbagai aspek dan masih banyak hal yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar dapat memperbaiki Tugas Akhir ini. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan selanjutnya dapat dikembangkan kembali pada penelitian yang lebih mendalam.

Surabaya, Desember 2017
Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
1.6 Relevansi	5
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Gudang Senjata	7
2.2 RFID.....	8
2.3 Pemindai sidik jari.....	10
2.4 Arduino Nano.....	12
2.5 Solenoid.....	16
2.6 Alarm.....	17
2.7 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	18
BAB III PERANCANGAN SISTEM	21
3.1 Diskripsi Sistem.....	21
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	22
3.2.1 Pemindai sidik jari.....	23
3.2.2 RFID <i>Reader</i>	23
3.2.3 Arduino Nano.....	24
3.2.4 Alarm.....	24
3.2.5 LCD.....	24
3.2.6 Solenoid.....	25
3.2.7 PC.....	25
3.3 Rangkaian Sistem Minimum.....	25
3.3.1 Rangkaian <i>Driver Solenoid</i>	27
3.3.2 Rangkaian <i>Driver Alarm</i>	27
3.4 Perancangan <i>Software</i>	28

3.4.1 Pengambilan Senjata.....	28
3.4.2 Pengembalian Senjata.....	29
3.5 Tampilan GUI (<i>Graphical User Interface</i>).....	32
BAB IV PENGUJIAN ALAT	35
4.1 Pengujian Pemindai sidik jari.....	35
4.1.1 Pengujian dengan <i>Software</i> PC	35
4.1.2 Pengujian dengan Program Arduino.....	38
4.2 Pengujian RFID.....	39
4.3 Pengujian Aktuator.....	40
4.4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	42
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49
BIODATA PENULIS	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Screenshot</i> berita pencurian senjata	1
Gambar 1.2	<i>Screenshot</i> berita kehilangan senjata	2
Gambar 2.1	Gudang senjata.....	7
Gambar 2.2	<i>Tag</i> RFID	8
Gambar 2.3	<i>Reader</i> RFID	9
Gambar 2.4	Pemindai sidik jari.....	11
Gambar 2.5	<i>Pinout</i> dari Arduino Nano.....	13
Gambar 2.6	Skematik Arduino Nano.....	14
Gambar 2.7	Solenoid <i>door lock</i>	16
Gambar 2.8	Komponen internal Solenoid.....	17
Gambar 2.9	Buzzer sebagai alarm.....	18
Gambar 2.10	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	19
Gambar 3.1	Diagram blok Sistem Keseluruhan.....	21
Gambar 3.2	Diagram blok koneksi <i>Hardware</i>	22
Gambar 3.3	Skematik Rangkaian Sistem Minimum.....	24
Gambar 3.4	Desain PCB Rangkaian Sistem Minimum.....	26
Gambar 3.5	Skematik <i>Driver</i> Solenoid.....	26
Gambar 3.6	Skematik <i>Driver</i> Alarm.....	27
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> mekanisme pengambilan senjata	29
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> mekanisme pengembalian senjata.....	30
Gambar 3.9	Tampilan GUI Login Aplikasi.....	31
Gambar 3.10	Tampilan GUI Aplikasi Monitoring Gudang Senjata.....	32
Gambar 4.1	Alur koneksi perangkat pengujian pemindai sidik jari dengan <i>software</i> PC.....	34
Gambar 4.2	<i>Software</i> yang disediakan produsen pemindai sidik jari	35
Gambar 4.3	Diagram blok koneksi perangkat untuk pengujian pemindai sidik jari dengan arduino.....	37
Gambar 4.4	Proses pengujian pemindai sidik jari dengan arduino.....	37
Gambar 4.5	Diagram blok koneksi perangkat dalam pengujian RFID.....	38
Gambar 4.6	Pemasangan RFID <i>reader</i> pada prototipe gudang senjata.....	39

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Pemindai sidik jari.....	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Nano.....	13
Tabel 4.1 Pengujian Akurasi Pemindai sidik jari.....	35
Tabel 4.2 Pengujian Pemindai sidik jari terhadap Keadaan Permukaan Ujung Jari.....	35
Tabel 4.3 Pengujian RFID pada Berbagai Ukuran Jarak Antara <i>Reader</i> dan Tag RFID.....	38
Tabel 4.4 Pengujian Solenoid.....	39
Tabel 4.5 Pengujian Alarm.....	39

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

TNI Angkatan Udara merupakan bagian integral dari TNI di mana sebagai komponen utama kekuatan pertahanan negara di udara yang dalam pelaksanaan tugas pokoknya ditentukan oleh efektivitas pelaksanaan pembinaan satuan TNI Angkatan Udara. Penyelenggaraan pembinaan satuan dilaksanakan dalam satu siklus pembinaan secara berkelanjutan meliputi segala aspek yang berpengaruh terhadap pencapaian tugas TNI Angkatan Udara yang dilaksanakan secara terpadu dan terencana meliputi pembinaan organisasi, pembinaan personil, pembinaan materiil, pembinaan pangkalan, pembinaan peranti lunak dan pembinaan latihan. Akan tetapi dalam rangka pelaksanaan pembinaan satuan tersebut masih banyak ditemukan beberapa kendala dan permasalahan yang perlu adanya penanganan secara cepat, berkesinambungan dan dilaksanakan secara berkelanjutan. Permasalahan dalam pembinaan satuan yang tidak segera ditindak lanjuti dengan segera akan dapat “menumpulkan” bahkan “mematikan” kemampuan satuan sehingga pada akhirnya tugas pokok satuan tidak akan pernah tercapai.



Gambar 1.1 *Screenshot* berita pencurian senjata



Gambar 1.2 *Screenshot* berita kehilangan senjata

Upaya yang perlu dilaksanakan dalam aspek pembinaan materiil salah satunya melaksanakan ketentuan yang berlaku dalam prosedur keamanan sistem kunci gudang senjata sesuai dengan aturan yang berlaku. Namun di lapangan masih ada kejadian kehilangan senjata seperti yang dilampirkan pada berita, sesuai pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.

Dari kedua berita di atas dapat disimpulkan bahwa pengamanan gudang senjata perlu ditingkatkan yang dalam hal ini menggunakan bantuan teknologi.

Suatu teknologi yang lebih praktis diperlukan dalam memecahkan permasalahan yang terdapat pada prosedur secara konvensional. Sistem yang lebih modern diharapkan mampu untuk mengidentifikasi identitas setiap anggota dan identitas senjata dengan lebih efektif, akurat dan efisien. Sehingga kami merancang sistem pengamanan gudang senjata berbasis RFID dengan harapan ke depan sistem pengamanan senjata itu sendiri akan lebih aman dan efisien.

1.2. Perumusan Masalah

Dari judul tugas akhir tersebut, didapatkan rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana mengidentifikasi identitas personel?
2. Bagaimana mengidentifikasi senjata yang dibawa personel?
3. Bagaimana untuk mengamankan gudang penyimpanan senjata?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

1. Penggunaan teknologi pemindai sidik jari untuk mengidentifikasi identitas personil.
2. Penggunaan teknologi RFID untuk mengidentifikasi senjata yang dibawa personil.
3. Penggunaan solenoid untuk mengunci pintu gudang senjata.

1.4. Metodologi Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini, digunakan metodologi penelitian sebagai berikut :

1. Studi literatur
Tahap ini meliputi pengumpulan dasar teori yang dapat menjadi acuan tugas akhir. Dasar teori akan diambil dari buku – buku, jurnal yang telah dipublikasikan, *proceeding*, dan artikel dari internet.
2. Perancangan Sistem *Hardware*
Tahapan ini akan meliputi perancangan alat yang nantinya digunakan untuk menunjang penelitian ini. Secara khusus perancangan *hardware* sebagai berikut :
 - a. Pembuatan prototipe gudang senjata
 - b. Pengintegrasian RFID *reader*, pemindai sidik jari, solenoid, alarm dengan Arduino Nano.
 - c. Pemasangan alat pada prototipe gudang senjata.
3. Perancangan Sistem *Software*
Pada tahapan ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan *software / firmware* pengatur (*controller*). *Software / firmware* ini yang akan membaca data pemindai sidik jari dan RFID lalu mencocokkan dengan *database* lalu menentukan boleh tidaknya pintu dibuka.
4. Pengujian Sistem
Pengujian sistem dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:
 - a. Pengujian RFID
Pengujian ini dilakukan dengan membaca ID dari berbagai Tag RFID.
 - b. Pengujian Pemindai sidik jari

Pengujian ini dilakukan dengan membaca ID dari sidik jari yang dipindai dengan *scanner*.

c. Pengujian aktuatur

Pengujian ini dilakukan dengan mengaktifkan aktuatur dalam sistem ini yakni solenoid dan alarm.

d. Pengujian keseluruhan dan pengambilan data

Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan sistem secara keseluruhan sekaligus untuk mendapatkan data yang akan ditulis pada buku Tugas Akhir.

5. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Setelah dilakukan segala percobaan dan pengambilan data, maka akan dilakukan penulisan laporan tugas akhir yang final serta penulisan POMITS.

1.5. Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri atas lima bab, yakni :

1. Bab 1 : Pendahuluan

Bagian pendahuluan memaparkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, serta relevansi penelitian.

2. Bab 2 : Dasar Teori

Bagian ini memaparkan mengenai teori serta penelitian terdahulu yang menunjang penelitian ini, seperti teori integrasi beberapa perangkat sensor dan metodenya.

3. Bab 3 : Perancangan Alat

Bagian perancangan alat menjelaskan mengenai perancangan untuk merealisasikan sistem.

4. Bab 4 : Pengujian Alat

Bagian ini memaparkan metode pengambilan data pada penelitian serta hasil analisa pengujian alat. Pengambilan data dilakukan secara langsung pada alat untuk mengukur keberhasilan sistem.

5. Bab 5 : Penutup

Bagian penutup memaparkan kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian serta saran dalam pengembangan hasil penelitian.

1.6. Relevansi

Gagasan tugas akhir ini diharapkan dapat membantu penelitian dalam bidang pengamanan suatu ruangan atau suatu tempat menggunakan sidik jari dan RFID. Serta diharapkan dapat diterapkan pada gudang senjata di setiap satuan kami.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan dibahas teori-teori yang menunjang penelitian ini, yakni mengenai gudang senjata, perangkat pengidentifikasi, serta algoritma yang digunakan.

2.1. Gudang Senjata

Gudang senjata merupakan tempat penyimpanan senjata, di mana proses penyimpanannya di dalam gedung / tempat tertutup. Umumnya setiap Kesatria atau satuan TNI memiliki satu gedung penyimpanan senjata yang lokasinya terpantau dengan pos penjagaan di satuan tersebut.

Kondisi saat ini dalam mengamankan pintu gudang senjata, masih bersifat konvensional dengan kunci atau gembok. Dengan cara seperti ini tentu masih memerlukan usaha untuk menambah sistem pengamanan yang lebih baik dan modern.

Prosedur pengambilan senjata di gudang senjata, seperti terlihat pada Gambar 2.1, dilakukan dengan menunjukkan surat perintah atau nota dinas kepada staf gudang, dan kemudian anggota dapat mengambil senjata yang diperlukan. Setelah dilakukan pengambilan senjata, staf gudang mencatat identitas diri, identitas senjata dan waktu pengambilan ke dalam buku catatan persediaan senjata yang diikuti dengan pengecekan senjata oleh staf gudang sebelum keluar gudang.



Gambar 2. 1. Gudang senjata [1]

Sedangkan pada prosedur pengembalian, anggota mengembalikan senjata ke gudang senjata, dan staf gudang akan memeriksa kondisi senjata dan mencatat waktu pengembalian pada buku catatan persediaan senjata. Prosedur yang dilakukan secara konvensional tersebut, dapat mengurangi efisiensi waktu. Sebab, staf gudang harus mendaftarkan identitas anggota dan identitas senjata satu persatu secara manual.

2.2. RFID

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan pada sistem pengamanan gudang senjata adalah mengaplikasikan teknologi RFID, yang digunakan sebagai media untuk mengidentifikasi senjata yang keluar masuk gudang, dan mengidentifikasi anggota yang meminjam senjata, dan juga untuk mempermudah staf gudang dalam melakukan validasi senjata.

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah sebuah teknologi yang menggunakan komunikasi via gelombang elektromagnetik untuk mengidentifikasi suatu barang atau material [1]. RFID memungkinkan identifikasi dari suatu jarak tanpa perlu memposisikan dengan benar. Hal ini berbeda dengan teknologi identifikasi berbasis barcode[2]. Selain itu tag RFID dapat menampung ID yang lebih panjang daripada sistem barcode. Dalam penelitian ini, RFID digunakan untuk identifikasi senjata.



Gambar 2. 2. Tag RFID [2]



Gambar 2. 3. Reader RFID [2]

Sebuah sistem identifikasi frekuensi radio menggunakan tag atau label yang dipasang pada objek untuk diidentifikasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Radio dua arah pemancar-penerima, dimana disebut sebagai pemeriksa atau pembaca, mengirimkan sinyal ke tag lalu membaca responnya. Umumnya, pembaca mengirimkan hasil pengamatan tersebut ke sistem komputer yang menjalankan perangkat lunak atau perangkat lunak tengah RFID.

Informasi Tag disimpan secara elektronik di dalam memori non-volatil. Tag RFID mencakup pemancar dan penerima frekuensi radio kecil. Sebuah pembaca RFID mengirimkan sinyal radio yang dikodekan untuk memeriksa tag. Lalu, tag menerima pesan dan merespon informasi yang diidentifikasinya [1]. Ini mungkin hanya terjadi untuk tag dengan nomor seri khusus, atau mungkin untuk sebuah produk yang berkaitan dengan informasi seperti jumlah stok, lot atau nomor tumpak, tanggal produksi, atau informasi spesifik lainnya.

Ada dua macam RFID *reader* yaitu reader pasif (PRAT) dan reader aktif (ARPT). *Reader* RFID dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3. *Reader* pasif memiliki sistem pembaca pasif yang hanya menerima sinyal radio dari RFID tag aktif (yang dioperasikan dengan baterai/sumber daya). Jangkauan penerima RFID pasif bisa mencapai 600 meter. Hal ini memungkinkan aplikasi RFID untuk sistem perlindungan dan

pengawasan aset. *Reader* aktif memiliki sistem pembaca aktif yang memancarkan sinyal interogator ke tag dan menerima balasan autentikasi dari tag. Sinyal interogator ini juga menginduksi tag dan akhirnya menjadi sinyal DC yang menjadi sumber daya tag pasif [3].

RFID menggunakan beberapa jalur gelombang untuk pemancaran sinyal. Namun yang paling banyak dipakai adalah jalur UHF ada frekuensi 865-868MHz dan 902-928 MHz [7]. Kode yang ditulis pada TAG berupa 96 bit data yang berisi 8 bit header, 28 bit nama organisasi pengelola data, 24 bit kelas obyek (misal untuk identifikasi jenis produk) dan 36 bit terakhir adalah nomor seri yang unik untuk tag. Kode tersebut dipancarkan melalui sinyal RF dengan urutan yang telah standar.

2.3. Pemindai Sidik Jari

Pemindai sidik jari, seperti terlihat pada Gambar 2.4., pada dasarnya mengubah informasi biometrik seperti permukaan kulit pada ujung jari menjadi sinyal digital, khususnya citra digital [2]. Identifikasi dan pengenalan sidik jari adalah metode biometris yang secara luas digunakan pada berbagai aplikasi karena keandalan dan akurasinya pada proses mengenali dan memastikan identitas seseorang [5]. Pada sistem ini, pemindai sidik jari yang dipilih adalah yang dapat dijalankan pada situasi dan kondisi lapangan. Spesifikasi pemindai sidik jari dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Spesifikasi Pemindai sidik jari

Parameter	Nilai
Supply Voltage	DC 3.6 ~ 6.0V
Supply Current	120mA
Peak current	140mA
Sidik jari image time	< 1.0 seconds
Window Size	14 18 mm
Signature File	256 bytes
Template files	512 bytes
Storage capacity	1,000
False Accept Rate (FAR)	0.001% (security level 3)
False Reject Rate (FRR)	1.0% (security level 3)
Search time	< 1.0 seconds (1:500 , the mean)
PC Interface	UART (TTL logic level)
Comm. baud rate (UART)	(9600 N) bps where N = 1 ~ 12

	(default value N = 6, ie 57600bps)
Working environment	Temperature : -20 to +50
Relative Humidity	-40% to +85% RH (non-condensing)
Dimensions (L W H)	56 x 20 x 21.5mm



Gambar 2. 4. Pemindai sidik jari [5]

Sistem berbasis sidik jari adalah sistem yang menggunakan karakteristik sidik jari dari manusia untuk autentikasi seperti sistem verifikasi dan identifikasi. Sidik jari adalah gurat - gurat yang terdapat di kulit ujung jari. Fungsinya adalah untuk memberi gaya gesek lebih besar agar jari dapat memegang benda-benda lebih erat [8]. Sidik jari dapat digunakan sebagai sarana pengamanan dalam melakukan akses ke komputer karena sidik jari mempunyai ciri yang unik, setiap manusia memilikinya, dan selalu ada perbedaan antara yang satu dengan yang lain.

Modul *Sensor* Sidik jari merupakan alat sidik jari yang terintegrasi, menggunakan sensor sidik jari optik. Sensor ini menawarkan fungsi seperti pendaftaran sidik jari, penghapusan sidik jari, verifikasi sidik jari, upload sidik jari, download sidik jari. Fitur dari modul *Sensor* Sidik jari adalah sebagai berikut:

1. Memiliki adaptasi yang tinggi ke sidik jari. Pada saat proses scanning sidik jari, menggunakan parameter sendiri dan penyesuaian yang tinggi, sehingga meningkatkan kualitas gambar untuk jari kering dan basah.

2. Biaya rendah, menggunakan Sensor optik sidik jari. Sehingga menurunkan biaya keseluruhan.
3. Kinerja algoritma yang baik. Algoritma modul sensor sidik jari ini dirancang khusus sesuai dengan teori perangkat optik sidik jari. Dapat memberikan toleransi tinggi terhadap sidik jari cacat dan kualitas yang kurang jelas.
4. Mudah digunakan dan dikembangkan. Pengguna tidak harus memiliki pengetahuan profesional dalam verifikasi sidik jari. Pengguna dapat dengan mudah mengembangkan aplikasi sistem verifikasi sidik jari berdasarkan instruksi dan perintah yang disediakan oleh modul. Semua perintah yang disediakan sederhana, praktis dan mudah untuk digunakan.
5. Pemakaian arus yang rendah, arus operasi $<80\text{mA}$.
6. Pengolahan komponen sidik jari dan komponen pengumpulan sidik jari terintegrasi. Berukuran kecil dan hanya ada 4 kabel penghubung.

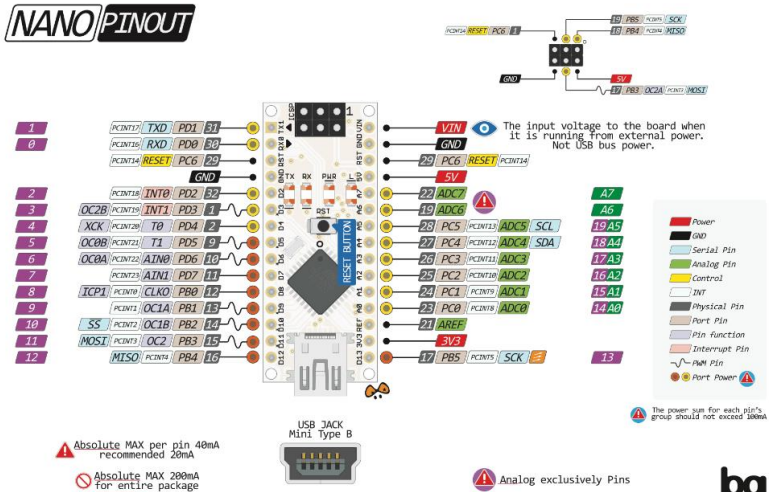
2.4. Arduino Nano

Arduino adalah nama perusahaan perangkat keras dan lunak *open source* yang mendesain dan memproduksi sebuah perangkat pengendali untuk berbagai tujuan. Arduino Nano merupakan salah satu produknya. Dalam penelitian ini Arduino Nano digunakan sebagai pembaca data dari pemindai sidik jari dan RFID lalu mengolahnya untuk selanjutnya mengendalikan aktuatur yang ada.

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda [1]. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Spesifikasi dari Arduino Nano dapat ditunjukkan pada Tabel 2.2.

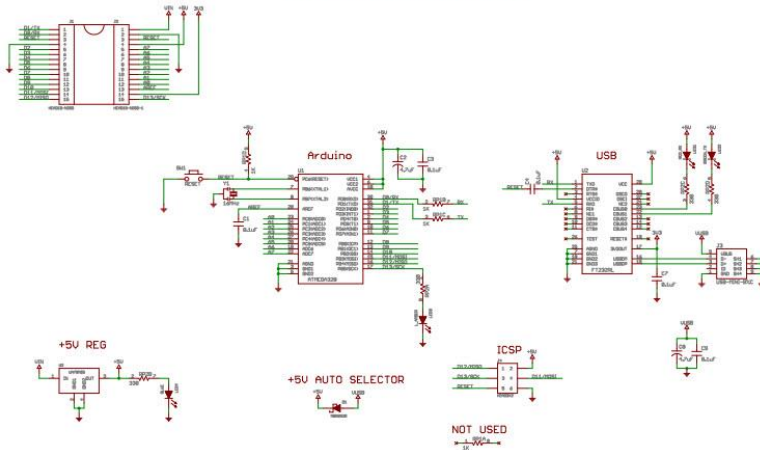
Tabel 2. 2. Spesifikasi Arduino Nano

Parameter	Nilai
Microcontroller	ATmega328
Architecture	AVR
Operating Voltage	5 V
Flash Memory	32 KB of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
Clock Speed	16 MHz
Analog I/O Pins	8
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Input Voltage	7-12 V
Digital I/O Pins	22
PWM Output	6
Power Consumption	19 mA
PCB Size	18 x 45 mm
Weight	7 g



Gambar 2. 5. Pinout dari Arduino Nano [1]

Arduino Nano



Gambar 2. 6. Skematik Arduino Nano [1]

Pada Gambar 2.5., masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Nano dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Sedangkan skematik dari Arduino Nano, dapat ditunjukkan pada Gambar 2.6. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 Kohm [1]. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

1. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip FTDI USB-to-TTL Serial.
2. **External Interrupt** (Interupsi Eksternal): Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
3. **PWM** : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`. Jika pada jenis papan berukuran lebih

besar (misal: Arduino Uno), pin PWM ini diberi simbol tilde atau “~” sedangkan pada Arduino Nano diberi tanda titik atau strip.

4. **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI. Sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada hardware, tapi untuk saat belum didukung dalam bahasa Arduino.
5. **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino Nano memiliki 8 pin sebagai input analog, diberi label A0 sampai dengan A7, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda) [6]. Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi `analogReference()`. Pin Analog 6 dan 7 tidak dapat digunakan sebagai pin digital. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

1. **I2C** : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Yang mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan Wire.
2. Masih ada beberapa pin lainnya pada Arduino Nano, yaitu:
3. **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
4. **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. ATmega168 dan ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX) [6]. Sebuah chip FTDI FT232RL yang terdapat pada papan Arduino Nano digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan driver FTDI (tersedia pada software Arduino IDE) yang akan menyediakan COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat

lunak pada komputer. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip FTDI dan koneksi USB yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

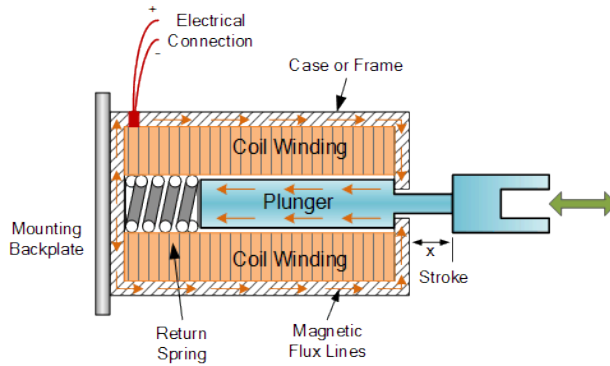
2.5. Solenoid

Solenoid adalah sebuah sistem elektromagnetik yang mana saat kumparannya dialiri listrik maka akan bertindak sebagai magnet. Dalam penelitian sistem ini diaplikasikan untuk mengunci pintu gudang penyimpanan senjata. Solenoid dipilih dibandingkan dengan mekanisme penguncian yang lain karena kemudahan pengaplikasian jika diterapkan pada kondisi sebenarnya yakni di gudang senjata. Salah satu bentuk solenoid dapat ditunjukkan pada Gambar 2.7.

Solenoid merupakan sebuah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, yang muncul dalam bentuk gerak lurus. Solenoid berbentuk kumparan yang dialiri arus. Arus yang lewat dalam kumparan menghasilkan medan magnet di sekitar kumparan. Kuat medan magnet dapat diperbesar dengan menyisipkan inti besi lunak dalam kumparan. Bila arus lewat gulungan, maka inti besi lunak menjadi magnet [9]. Oleh karena itu solenoid disebut juga elektromagnetik.



Gambar 2. 7. Solenoid door lock [9]



Gambar 2. 8. Komponen internal Solenoid [9]

Kumparan solenoid biasanya dililitkan pada selongsong non logam, seperti terlihat pada Gambar 2.8. Waktu arus listrik mengalir lewat kumparan dalam solenoid, medan magnet yang dihasilkan menekan inti besi ke pusat kumparan. Gaya tarik yang dialami inti besi ini menghasilkan gerak lurus. Gerak mekanis ini dapat dipakai untuk menggerakkan katup dan saklar [9]. Juga mungkin dipakai dalam rangkaian kontrol jarak jauh untuk membuka pintu atau sebuah kontrol otomatis.

2.6. Alarm

Alarm berfungsi untuk memberikan peringatan jika ada senjata yang diambil tidak sesuai dengan yang seharusnya. Alarm ini berbentuk suara sirine dan lampu agar dapat terlihat oleh personil yang bertugas mengamankan gudang senjata.

Buzzer merupakan salah satu komponen yang dapat digunakan sebagai alarm. Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet [1]. Kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya.



Gambar 2. 9. Buzzer sebagai alarm [10]

Karena kumparan dipasang pada diafragma, maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara [10]. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

Sebuah buzzer dapat langsung dikoneksikan ke arduino tergantung impedansinya. Jika impedansi kurang dari 10 ohm, maka dapat langsung dihubungkan ke Arduino. Untuk impedansi yang lebih besar maka dibutuhkan driver untuk mengangkat arus yang masuk ke buzzer.

2.7. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.

Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relative kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD.

LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, seperti terlihat pada Gambar 2.10, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda trasparan [1]. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pad sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa microampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil [11]. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan.

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang dapat menampilkan data dengan 4 baris tampilan pada display. Beberapa keuntungan dari LCD ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.



Gambar 2. 10. LCD (*Liquid Crystal Display*) [11]

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data [12]. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift. Tabel 2.1 menunjukkan operasi dasar LCD dan Tabel 2.2. menunjukkan Konfigurasi LCD. Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift.

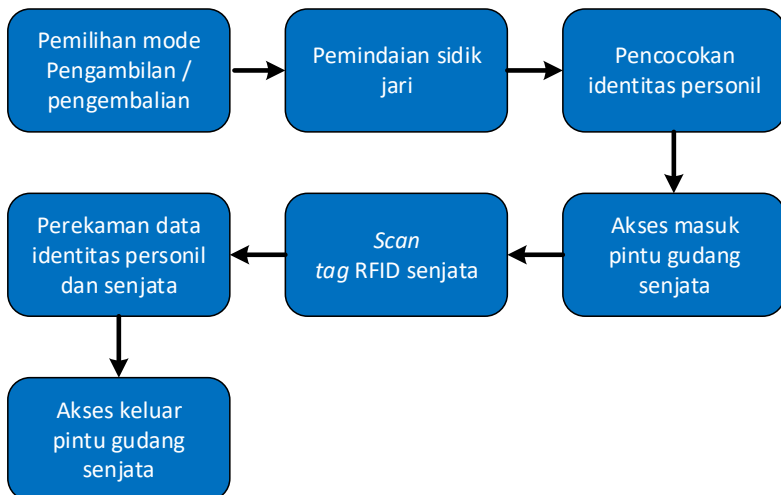
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa tahap, yakni studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan *software*, pengujian sistem, serta pengolahan data untuk penulisan laporan.

3.1. Deskripsi Sistem

Sistem pengamanan gudang senjata secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.1. Sistem pengamanan gudang senjata terdiri dari dua proses utama, yaitu pemberian ijin akses masuk gudang senjata dan ijin penggunaan senjata (pengambilan / pengembalian). Ijin akses masuk gudang senjata dilakukan dengan pemindaian sidik jari. Sedangkan ijin penggunaan senjata dilakukan dengan pemindaian identitas senjata.

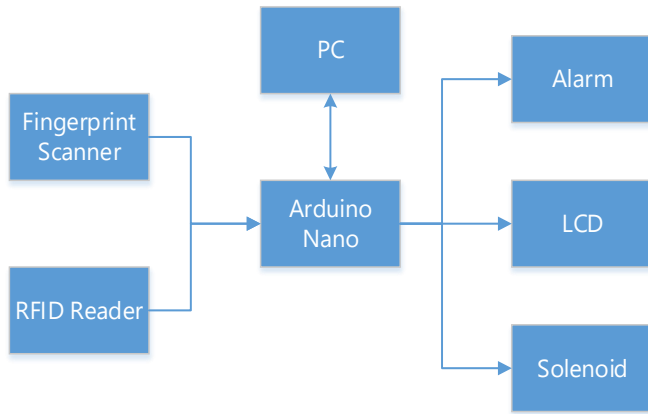


Gambar 3. 1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Pada tahap awal dilakukan pemilihan mode pengambilan / pengembalian senjata. Kemudian pemindaian sidik jari dilakukan untuk mendapatkan identitas personil. Jika identitas personil dikenali, maka akses masuk pintu gudang senjata akan terbuka. Selanjutnya pemindaian identitas senjata dilakukan dengan pembacaan *tag* RFID yang terpasang pada senjata. Perekaman data dilakukan terhadap identitas personil dan identitas senjata. Identitas personil dan identitas senjata didata dan dicocokkan antara senjata dengan personil yang memiliki kewenangan untuk menggunakan senjata tersebut. Jika telah didata dan telah sesuai maka akses keluar pintu gedung senjata akan terbuka.

3.2. Perancangan *Hardware*

Pada Gambar 3.2, dapat ditunjukkan hubungan antara input – output pada sistem secara keseluruhan. Sebagai kontroler utama digunakan Arduino Nano. Arduino Nano berfungsi untuk mengintegrasikan keseluruhan sistem *hardware*, mulai dari sistem pembacaan sidik jari, pembacaan RFID, sistem alarm, tampilan LCD dan solenoid untuk menggerakkan pintu gudang. Arduino Nano juga digunakan untuk sistem komunikasi data serial yang terhubung dengan PC dalam melakukan proses monitoring.



Gambar 3. 2. Diagram Blok Koneksi *Hardware*

3.2.1. Pemindai sidik jari

Pada penelitian ini pemindai sidik jari digunakan untuk mengidentifikasi dan mengenali identitas personil yang akan memasuki gudang senjata. Pemilihan pemindai sidik jari dalam pengenalan identitas didasarkan pada kemungkinan penyalahgunaan hak akses jika pengenalan identitas menggunakan kartu. Hal ini karena sidik jari tidak bisa dicuri, dipalsukan atau diduplikasi. Nantinya pemindai sidik jari ini akan dihubungkan ke Arduino Nano menggunakan komunikasi UART. Pemindai sidik jari yang digunakan dalam penelitian ini sudah memiliki penyimpanan internal sehingga data sidik jari tidak perlu disimpan di memori yang terpisah. Identifikasi selanjutnya hanya berdasar nilai ID yang dikirimkan pemindai sidik jari. Hal ini memudahkan dan mempercepat dalam proses identifikasi.

3.2.2. RFID Reader

RFID *reader* dalam penelitian ini bertugas sebagai pengidentifikasi identitas senjata. Pengidentifikasi ini penting agar dapat membedakan satu senjata dengan senjata yang lain. RFID tag akan dipasang pada masing-masing senjata agar RFID *reader* dapat mendeteksi dan mengenali masing-masing senjata. RFID *reader* yang digunakan menggunakan komunikasi SPI. RFID *reader* akan dipasang berjajar

dengan jarak antar *reader*-nya adalah jarak maksimal yang memungkinkan RFID *reader* tetap bekerja jika diberi tag. Konfigurasi pemasangan ini bertujuan agar tidak adanya titik buta atau *blind spot* yang memberi celah keamanan pada sistem. Sehingga semua akses akan ter-cover oleh RFID *reader*.

3.2.3. Arduino Nano

Arduino Nano dalam penelitian ini merupakan pemroses informasi dari pemindai sidik jari dan RFID untuk selanjutnya dicocokkan dengan database yang ada guna menentukan diberikan atau tidaknya akses untuk memasuki gudang senjata. Pemilihan Arduino Nano untuk diterapkan pada sistem ini adalah karena ukurannya yang kecil tetapi memiliki spesifikasi yang cukup. Ukuran penting untuk menghemat ruang mengingat penerapan sistem ini adalah pada pintu gudang senjata. Spesifikasi yang dibutuhkan adalah kemampuan untuk menjalankan komunikasi SPI dan UART serial serta jumlah pin I/O yang cukup untuk semua koneksi. Ekspansi fitur dalam penggunaan Arduino Nano juga cukup tinggi sehingga dapat ditambahkan atau ditingkatkan keamanan sistem pada masa depan dengan mudah.

3.2.4. Alarm

Untuk memberi peringatan jika ada upaya pencurian senjata atau penggunaan senjata yang bukan miliknya dibutuhkan sebuah alarm. Alarm ini secara teknis akan berbunyi jika seseorang salah 3 kali percobaan pemindaian sidik jari dan jika personil terdeteksi mengambil senjata yang salah sampai 3 kali. Alarm ini digunakan agar dapat memberi tanda kepada petugas jaga gudang senjata jika ada hal-hal yang tidak sesuai aturan.

3.2.5. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) berguna untuk menampilkan informasi kepada pengguna. Dalam penelitian informasi tersebut berupa identitas personil dan status hak akses (diberi atau tidaknya akses masuk ke gudang senjata). LCD pada sistem ini merupakan antarmuka pengguna utama bagi personil yang akan mengakses gudang senjata.

3.2.6. Solenoid

Sebagai aktuator utama yang berguna untuk mengunci pintu gudang, Solenoid ini akan membuka hanya jika seorang personil memiliki hak akses untuk masuk / membawa senjata yang sesuai. Solenoid dipilih karena kekuatan dan kemudahan dalam diterapkan pada kondisi sesungguhnya.

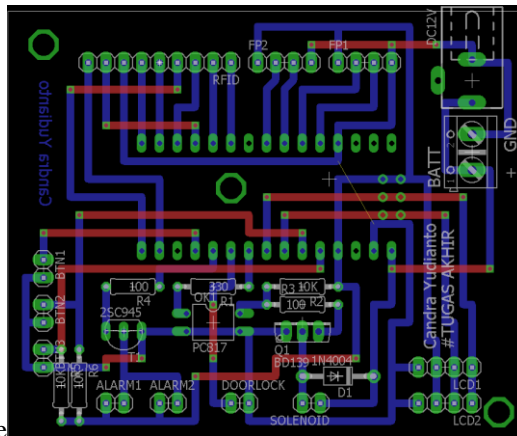
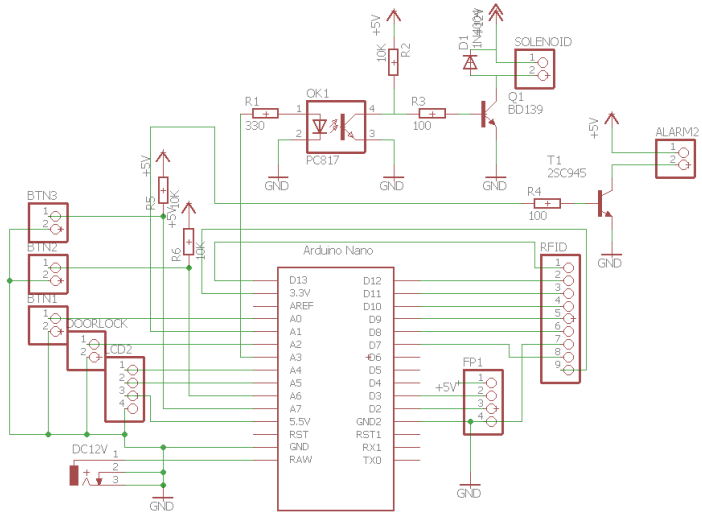
3.2.7. PC

Dalam penelitian ini PC digunakan sebagai server untuk memonitor apakah ada personil yang mencoba masuk ke dalam gudang senjata. Pada PC ditampilkan daftar personil yang terdaftar memiliki hak akses ke gudang senjata dan akan menampilkan peringatan jika ada personil atau orang lain yang mencoba mengakses masuk ke gudang senjata tanpa memiliki izin. *Software* ini akan terhubung langsung dengan arduino pada gudang senjata melalui koneksi serial. Pemilihan komunikasi ini didasarkan pada jarak antara gudang senjata dan pos pengamanan gudang senjata berada pada jarak 10 meter. Sedangkan komunikasi serial bisa mengkomodasi pengiriman data sampai jarak 100 meter.

3.3. Rangkaian Sistem Minimum

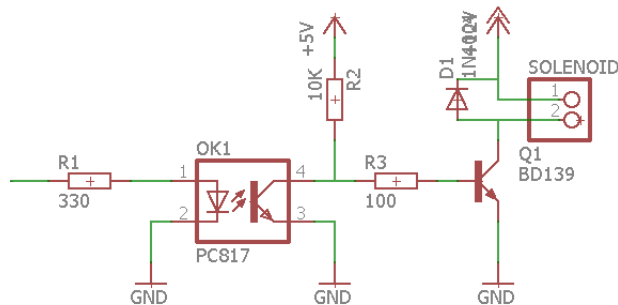
Perancangan hardware terdiri dari rangkaian sistem minimum yang menjadi kontrol utama untuk modul sidik jari, modul tag *reader*, kontrol solenoid, *buzzer*, dan tampilan LCD. Rangkaian sistem minimum ini digunakan untuk mengintegrasikan keseluruhan sistem. Sistem rangkaian sistem minimum ini juga digunakan untuk menghubungkan Arduino dengan PC untuk sistem monitoring, melalui pin serial TX dan RX. Skematik rangkaian sistem minimum yang dirancang, dapat ditunjukkan pada Gambar 3.3.

Pada rangkaian sistem minimum, terdapat rangkaian driver untuk menggerakkan solenoid menggunakan transistor BD139 dan IC optoisolator PC817. *Buzzer* sebagai alarm, diaktifkan melalui transistor NPN dengan mengirimkan sinyal high dari Arduino. Pada rangkaian ini, digunakan sumber catu daya 12V yang terhubung melalui jack DC pada PCB sistem minimum. Sedangkan desain PCB dari rangkaian sistem minimum, dapat ditunjukkan pada Gambar 3.4.



3.3.1. Rangkaian *Driver Solenoid*

Rangkaian *driver* solenoid digunakan untuk mengaktifkan solenoid yang dikontrol dari Arduino Nano. Solenoid tidak dapat diaktifkan secara langsung melalui Arduino Nano, karena perbedaan level tegangan antara solenoid sebesar 12Vdc dan Arduino Nano sebesar 5Vdc. Rangkaian driver yang digunakan untuk menggerakkan solenoid dapat ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5. Skematik *Driver Solenoid*

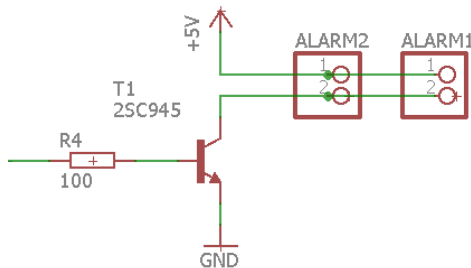
Berdasarkan gambar 3.5, digital *output* dari Arduino hanya bekerja untuk menyalakan LED pada PC817 sehingga membutuhkan arus yang kecil dan membatasi jika ada arus balik pada solenoid agar tidak merusak Arduino. Selanjutnya, LED pada PC817 memicu *phototransistor* untuk mengalirkan arus sehingga basis pada transistor BD139 terhubung dengan *ground*, dan mematikan solenoid. Sebaliknya saat LED pada PC817 mati atau digital *output* dari arduino bernilai LOW atau 0, basis transistor BD139 akan mendapat tegangan, sehingga solenoid hidup.

3.3.2. Rangkaian *Driver Alarm*

Rangkaian *driver* alarm digunakan untuk mengaktifkan alarm buzzer yang dikontrol dari Arduino Nano. Buzzer tidak dapat diaktifkan secara langsung melalui Arduino Nano, karena arus keluaran dari Arduino sangat kecil, sehingga tidak mampu untuk mengaktifkan buzzer

secara langsung. Rangkaian driver yang digunakan untuk mengaktifkan buzzer dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.

Berdasarkan Gambar 3.6, saat Arduino memberikan pulsa keluaran digital (*High*), maka tegangan 5Vdc dihasilkan oleh Arduino Nano, sehingga dihasilkan arus yang melewati resistor 100 ohm. Arus ini digunakan untuk memicu basis transistor sehingga antara kolektor dan emitor transistor memiliki impedansi yang rendah dan alarm akan menyala.



Gambar 3. 6. Skematik *Driver Alarm*

3.4. Perancangan *Software*

Perancangan *software* dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yakni saat personil akan masuk untuk mengambil senjata dan personil masuk untuk mengembalikan senjata.

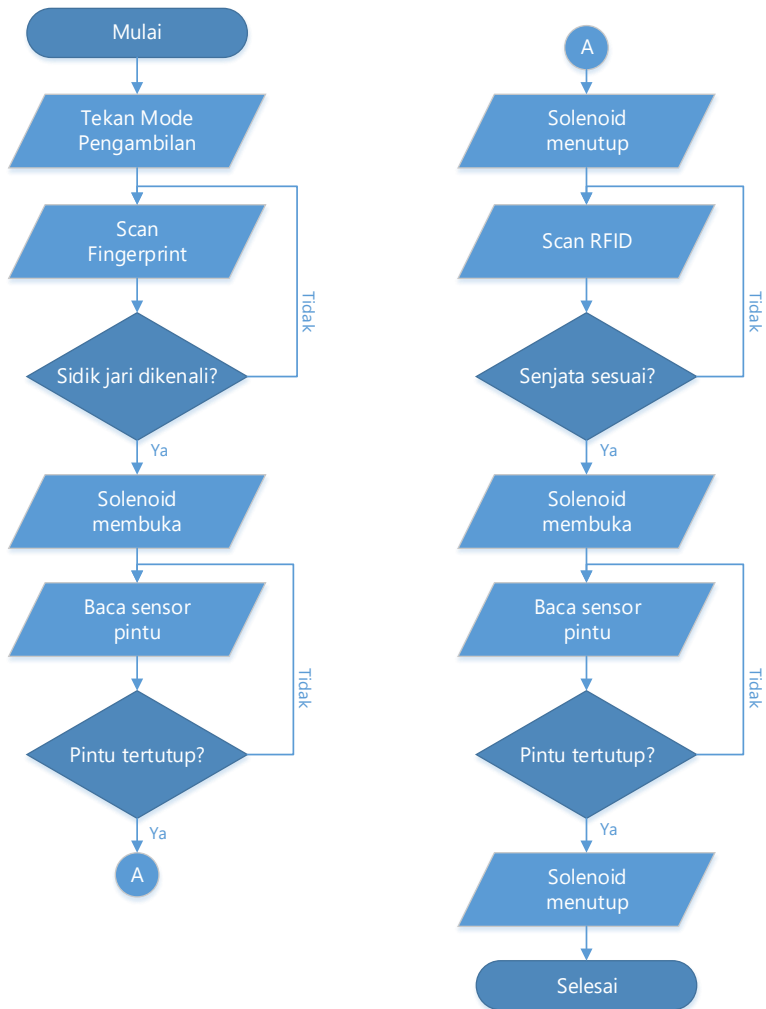
3.4.1. Pengambilan Senjata

Secara umum, algoritma pada mode pengambilan senjata dijelaskan oleh *flowchart* pada Gambar 3.7. Dimulai dari pemilihan mode operasi lalu dilanjutkan dengan pemindaian sidik jari, jika sidik jari yang dipindai sesuai dan dikenali maka solenoid akan membuka dan memberi izin personil untuk masuk. Setelah personil menutup pintu kembali, solenoid akan menutup atau mengunci pintu. Jika personil akan keluar, RFID reader akan memindai ID senjata yang dibawa. Saat ID senjata sesuai

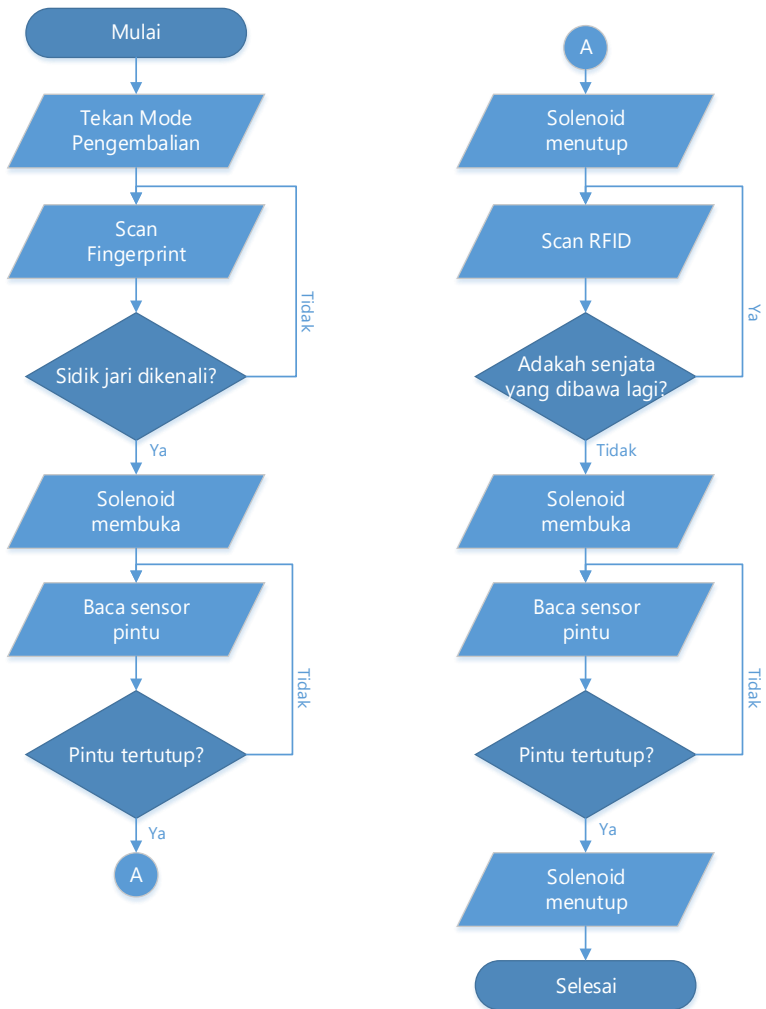
dengan ID personil yang mengambil, maka solenoid akan membuka. Saat pintu ditutup, solenoid akan mengunci kembali.

3.4.2. Pengembalian Senjata

Secara umum, algoritma pada mode pengembalian senjata dijelaskan pada *flowchart* pada Gambar 3.8. Pemrosesan mode ini hampir sama dengan mode pengambilan senjata, dimulai dari pemilihan mode operasi lalu dilanjutkan dengan pemindaian sidik jari, jika sidik jari yang dipindai sesuai dan dikenali maka solenoid akan membuka dan memberi izin personil untuk masuk. Setelah personil menutup pintu kembali, solenoid akan menutup atau mengunci pintu. Jika personil akan keluar, RFID reader akan memindai apakah ada senjata yang dibawa. Saat tidak ada senjata yang dibawa personil, maka solenoid akan membuka. Saat pintu ditutup, solenoid akan mengunci kembali.



Gambar 3. 7. *Flowchart* mekanisme pengambilan senjata

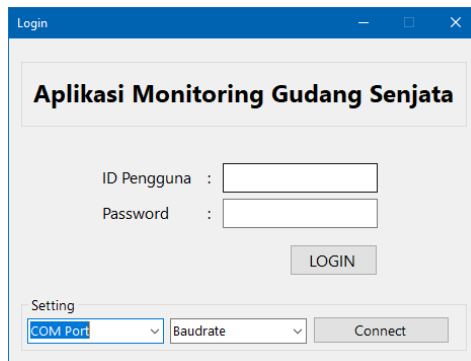


Gambar 3. 8. *Flowchart* mekanisme pengembalian senjata

3.5. Tampilan GUI (*Graphical User Interface*)

Pada sistem pengamanan gudang senjata, digunakan aplikasi monitoring untuk memantau dan mendata perpindahan senjata baik dalam pengambilan ataupun pengembalian. Aplikasi monitoring senjata hanya dapat diakses oleh pengguna tertentu saja, sehingga sistem monitoring jauh lebih aman. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari adanya penyalahgunaan sistem. Data pengguna yang digunakan untuk mengakses Aplikasi Monitoring Gudang Senjata adalah identitas pengguna dan password, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9. Setelah mengisi ID Pengguna dan password, maka pengguna dapat masuk ke dalam sistem dengan menekan tombol *Login*.

Pengaturan komunikasi data dengan Arduino, dilakukan melalui fitur *Setting* untuk mengatur port serial COM dan besarnya *baudrate* yang digunakan untuk komunikasi. Tombol *Connect* digunakan untuk membuka port serial pada aplikasi, sehingga komunikasi data dapat dilakukan.



Gambar 3. 9. Tampilan GUI Login Aplikasi

Setelah pengguna masuk ke dalam sistem aplikasi, pengguna dapat melakukan pengaturan dan memantau status dari tiap senjata yang masuk dan keluar gudang. Tampilan utama sistem Aplikasi Monitoring Gudang Senjata, dapat ditunjukkan pada Gambar 3.10. Nama pengambil senjata dan ID senjata dapat ditampilkan pada sistem, sesuai dengan ID sidik jari yang dideteksi. Pada tampilan sistem, juga ditampilkan status dari pintu gudang senjata. ID sidik jari yang sesuai dan ID senjata sesuai tag RFID akan tersimpan pada sistem monitoring.

Aplikasi Monitoring Gudang Senjata

Aplikasi Monitoring Gudang Senjata

Request Status
Menunggu....

Tanggal dan Jam
03/01/2018 16.07.52

Logout
Logout

Fingerprint Scanner
ID :
Trial : 0
Status : **Tidak Dikenali**

RFID Reader
ID :
Trial : 0
Status : **Tidak Diizinkan**

Pintu
Tertutup

Identitas
Nama :
No. ID :
Pangkat :
Senjata :
ID Senjata :

Gambar 3. 10. Tampilan GUI Aplikasi Monitoring Gudang Senjata

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai pengujian yang telah dilakukan, di antaranya :

- a. Pengujian pemindai sidik jari
- b. Pengujian RFID reader
- c. Pengujian aktuator
- d. Pengujian sistem secara keseluruhan

4.1. Pengujian Pemindai sidik jari

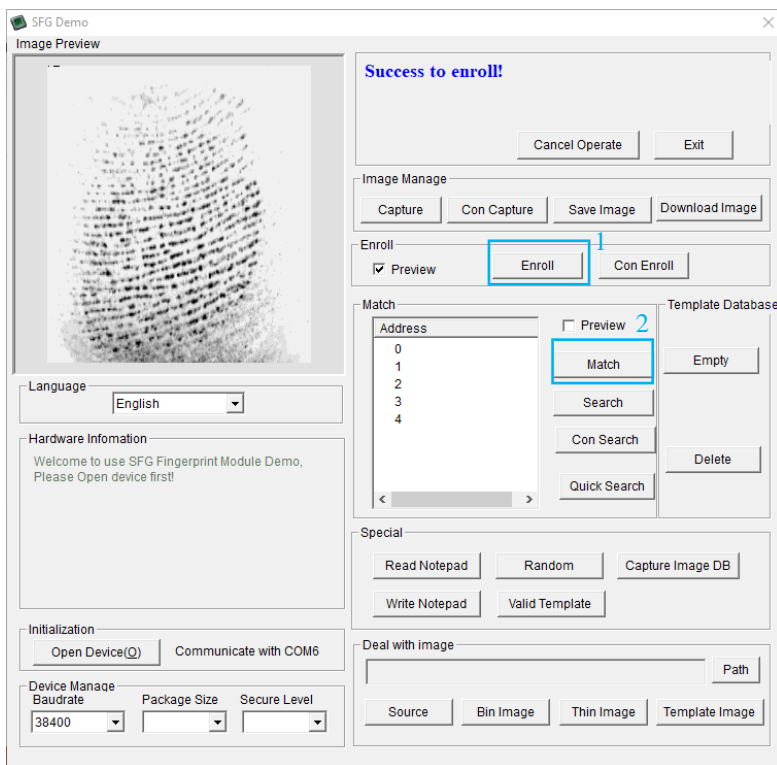
Pengujian ini dilakukan pada 2 tahap. Pengujian pertama menggunakan *software* yang telah disertakan oleh produsen pemindai sidik jari. Pengujian kedua menggunakan program Arduino. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui performansi dari sistem pemindai yang digunakan dalam mendeteksi sidik jari.

4.1.1. Pengujian dengan *Software* PC

Pada tahap pengujian ini, koneksi antar perangkat dapat digambarkan oleh diagram pada Gambar 4.1. Dalam pengujian ini, Arduino Nano hanya meneruskan data serial dari pemindai sidik jari ke PC sehingga tidak ada pemrosesan data apapun yang terjadi pada Arduino. *Software* bawaan produsen yang digunakan pada pengujian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 1. Alur koneksi perangkat pengujian pemindai sidik jari dengan *software* PC



Gambar 4. 2. *Software yang disediakan produsen pemindai sidik jari*

Pada software ini, terdapat dua tombol utama untuk menguji pemindai sidik jari. Tombol pertama adalah “*Enroll*”. Tombol ini berfungsi untuk menambah data sidik jari yang dapat dikenali. Data *sidik jari* ini akan tersimpan selamanya pada memori internal pemindai sidik jari. Selanjutnya adalah tombol “*Match*” yang berfungsi untuk mencocokkan sidik jari yang sudah didaftarkan dengan yang dipindai. Pengujian pertama dilakukan dengan mencoba memindai seluruh jari tangan termasuk jari lain yang tidak didaftarkan. Hasil pengujian tersebut ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengujian Akurasi Pemindai sidik jari

No	Jari	Status
1	Jempol kanan (terdaftar)	Pass
2	Telunjuk kanan	Fail
3	Jari Tengah kanan	Fail
4	Jari Manis kanan	Fail
5	Kelingking kanan	Fail
6	Jempol kiri	Fail
7	Telunjuk kiri	Fail
8	Jari Tengah kiri	Fail
9	Jari Manis kiri	Fail
10	Kelingking kiri	Fail

Dari pengujian pada Tabel 4.1, didapatkan hasil akurasi pemindaian sidik jari yang tinggi sehingga hanya jari yang didaftarkan saja yang dapat berhasil untuk dikenali. Pengujian selanjutnya merupakan pengujian dengan berbagai kondisi permukaan sidik jari dan ditampilkan pada Tabel 4.2.

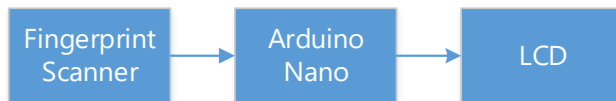
Dari pengujian pada Tabel 4.2, didapatkan hasil keberhasilan yang tinggi dengan kondisi jari yang normal. Namun kondisi yang lain tetap pada nilai yang cukup baik untuk memindai jari dengan tepat jika disesuaikan dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.

Tabel 4.2. Pengujian pemindai sidik jari terhadap Keadaan Permukaan Ujung Jari

No	Kondisi Jari	Keberhasilan
1	Normal	100%
2	Basah	70%
3	Keriput	50%
4	Berminyak	30%
5	Kotor	0%

4.1.2. Pengujian dengan Program Arduino

Pada tahap ini, koneksi antar perangkat digambarkan pada Gambar 4.3. Dalam pengujian ini, prosedur yang dilakukan adalah dengan memasukkan program pembacaan sidik jari pada arduino dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Program ini akan memberikan *output* berupa nilai ID. ID tersebut kemudian dikonversi menjadi identitas pemilik ID tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 3. Diagram blok koneksi perangkat untuk pengujian pemindai sidik jari dengan arduino



Gambar 4. 4. Proses pengujian pemindai sidik jari dengan arduino

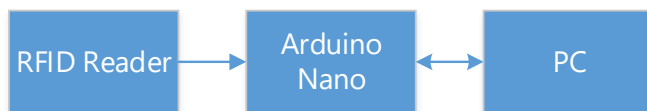
Pengujian dengan program Arduino menghasilkan output berupa ID sidik jari yang terpindai dengan benar dan nilai “*confidence*”. Nilai “*confidence*” adalah nilai yang menunjukkan seberapa kepercayaan diri pemindai sidik jari untuk mengenali sidik jari tersebut. Semakin tinggi nilai *confidence*-nya, semakin baik dalam proses mengenali sidik jari. *Output* pada tahap ini diperlukan untuk proses pemrograman selanjutnya.

4.2. Pengujian RFID

Pengujian RFID dilakukan dengan koneksi antar perangkat yang digambarkan oleh diagram blok pada Gambar 4.5. RFID *reader* tipe RC-522 yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan komunikasi SPI. RFID reader ini selanjutnya diakses arduino nano menggunakan program pembacaan RFID sehingga memberikan output data berupa *Unique ID* kartu. *Unique ID* ini berbeda-beda setiap kartunya dan mirip dengan sidik jari. *Unique ID* selanjutnya digunakan sebagai identitas untuk masing-masing senjata.

Selanjutnya diuji jarak kerja maksimal antara *reader* dan tag. Pengujian dilakukan pada jarak 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, dan 5cm dari RFID *reader*. Dari hasil pengujian yang dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, didapatkan hasil bahwa jarak maksimum *reader* dengan tag agar dapat terbaca adalah sebesar 4 cm. Sehingga untuk mengakomodasi semua akses pintu masuk dengan lebar 10 cm dibutuhkan setidaknya 3 buah reader, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.

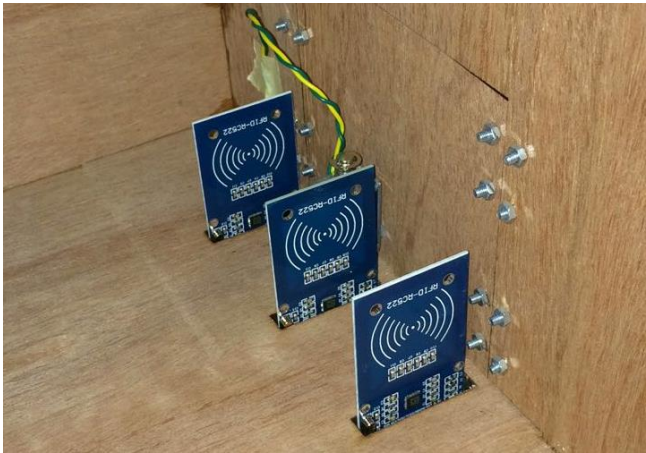
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa ketiga *reader* yang disusun secara paralel pada pintu gudang senjata, dapat bekerja saling melengkapi dalam *range* pendeteksian yang telah ditentukan.



Gambar 4. 5. Diagram blok koneksi perangkat dalam pengujian RFID

Tabel 4.3. Pengujian RFID pada Berbagai Ukuran Jarak Antara *Reader* dan Tag RFID

No	Jarak antara <i>reader</i> dan tag RFID	Deteksi tag RFID
1	1 cm	Terdeteksi
2	2 cm	Terdeteksi
3	3 cm	Terdeteksi
4	4 cm	Terdeteksi
5	5 cm	Tidak Terdeteksi



Gambar 4. 6. Pemasangan RFID reader pada prototipe gudang senjata

4.3. Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator dalam hal ini adalah solenoid dan alarm. Masing-masing perangkat aktuator memiliki driver agar dapat sistem dapat bekerja dengan baik dan tidak merusak Arduino Nano. Sebab, solenoid dan alarm yang digunakan bekerja pada tegangan 12Vdc dan output dari arduino hanya 5Vdc. Pengujian aktuator ini ditujukan untuk mengetahui

keberhasilan sistem kerja dari rangkaian driver solenoid dan driver alarm yang telah dirancang.

Berdasarkan Gambar 3.3, solenoid akan bekerja saat Arduino memberikan *logic Low* atau 0. Pengujian solenoid dilakukan dengan memberikan pulsa keluaran digital *high/low* yang dihasilkan dengan menggunakan kode pemrograman Arduino sederhana.

Berdasarkan Gambar 3.4, pengaktifan alarm dilakukan dengan memberikan logika *high* pada *driver* alarm. Logika *high* dihasilkan dengan memberikan pulsa keluaran digital 5V dari Arduino. Sehingga dihasilkan arus yang melewati resistor dan memicu basis transistor. Anatar kolektor dan emitor transistor akan dihasilkan nilai impedansi yang rendah dan akan menyalakan alarm.

Hasil pengujian terhadap solenoid dapat ditunjukkan pada Tabel 4.4. Sedangkan hasil pengujian terhadap alarm dapat ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa saat Arduino Nano menghasilkan tegangan pulsa *low* sebesar 0V, maka akan dihasilkan tegangan keluaran 11.92V dan solenoid menjadi aktif, begitu juga sebaliknya. Sedangkan pada pengujian alarm, saat sinyal keluaran berupa pulsa *high*, maka dihasilkan tegangan keluaran 4.95V dan alarm menjadi aktif. Dari kedua pengujian, dapat diketahui bahwa driver solenoid dan driver alarm dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 4.4. Pengujian Solenoid

Sinyal Keluaran	Vout pada Arduino (Volt)	Vout pada solenoid (Volt)	Kondisi Solenoid
<i>Low</i>	0	11.92	Aktif
<i>High</i>	5	0	Tidak Aktif

Tabel 4.5. Pengujian Alarm

Sinyal Keluaran	Vout pada Arduino (Volt)	Vout pada alarm (Volt)	Kondisi Solenoid
<i>Low</i>	0	0	Tidak Aktif
<i>High</i>	5	4.95	Aktif

4.4. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan memasang semua perangkat, membuat program sesuai yang dibutuhkan, kemudian dijalankan dan dicatat tingkat keberhasilannya. Proses pengujian dilakukan pada proses pengambilan senjata dan pengembalian senjata. Pada proses pengambilan senjata, dilakukan pemilihan mode pengambilan senjata dilakukan dengan menekan tombol “Pengambilan”. Setelah dilakukan pemilihan mode, maka dilanjutkan dengan pemindaian sidik jari. Identitas dari sidik jari yang sudah terdaftar akan tampil di LCD. Jika sidik jari yang dipindai sesuai dan dikenali maka solenoid menjadi aktif dan pintu terbuka. Kemudian solenoid kembali ke kondisi semula dan pintu tertutup. Sebelum membuka pintu gudang senjata kembali, ID senjata didata dengan membaca tag yang terpasang pada senjata terhadap *RFID reader* yang terpasang di dekat pintu gudang senjata. Ketika ID senjata sudah sesuai dengan ID personil anggota, maka solenoid menjadi aktif dan pintu terbuka kembali. Kemudian solenoid kembali ke kondisi semula dan pintu gudang senjata akan tertutup kembali. Ketika ID senjata pada tag *RFID* dibaca oleh *RFID reader* dan tidak sesuai dengan identitas personil anggota, maka pintu gudang tidak akan terbuka. Jika dalam tiga kali kesempatan, baik pada proses pemindaian sidik jari maupun pada proses pembacaan tag *RFID*, maka alarm buzzer akan berbunyi.

Pada proses pengembalian senjata, dilakukan pemilihan mode pengembalian senjata dilakukan dengan menekan tombol “Pengembalian”. Setelah dilakukan pemilihan mode, maka dilanjutkan dengan pemindaian sidik jari. Identitas dari sidik jari yang sudah terdaftar akan tampil di LCD. Jika sidik jari yang dipindai sesuai dan dikenali maka solenoid menjadi aktif dan pintu terbuka. Kemudian solenoid kembali ke kondisi semula dan pintu tertutup. Sebelum keluar dari gudang senjata, ID senjata, yang akan dikembalikan, didata dengan membaca tag yang terpasang pada senjata terhadap *RFID reader* yang terpasang di dekat pintu gudang senjata. Proses tersebut dilakukan sampai tidak ada lagi senjata yang dibawa. Kemudian solenoid menjadi aktif dan pintu terbuka kembali. Kemudian solenoid kembali ke kondisi semula dan pintu gudang senjata akan tertutup kembali.

Dari hasil pengujian sistem yang telah dirancang, dapat ditunjukkan bahwa proses pemindaian sidik jari dengan menggunakan pemindai sidik jari telah dapat dilakukan dengan baik. Setiap sidik jari yang telah didaftarkan, mampu tertampil pada LCD, identitas dari pemilik sidik jari. Selain itu pintu gudang senjata juga ikut terbuka, yang menandakan solenoid mampu bekerja dengan baik. Ketika proses keluar dari gudang senjata, tag RFID yang terpasang pada senjata dapat dibaca oleh RFID *reader* dengan baik dan pintu gudang senjata terbuka. Hal tersebut menandakan bahwa solenoid telah dapat bekerja dengan baik, dan sistem keamanan yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik. Dimana ID senjata yang sesuai dengan ID personil anggota akan menyebabkan pintu gudang senjata terbuka, dan terjadinya ketidaksesuaian sidik jari dan ketidaksesuaian ID senjata sebanyak tiga kali kesempatan, akan menyebabkan alarm buzzer berbunyi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dibuat sistem pengamanan gudang senjata secara elektronik. Sistem ini terdiri dari Radio Frequency Identification (RFID) dan pengenalan sidik jari. Penggunaan RFID memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi setiap senjata. Kartu RFID dipasang pada setiap senjata. Tiga buah RFID reader disusun secara paralel untuk mengakomodasi semua akses pintu masuk. Sedangkan pemindaian sidik jari dengan pemindai sidik jari digunakan sebagai pengidentifikasi personil dalam mengakses pintu gudang senjata. Identitas pemilik sidik jari yang terdaftar akan tertampil di LCD. Mikrokontroller Arduino Nano digunakan untuk membaca data dari modul RFID dan sidik jari, menggerakkan solenoid dan membunyikan alarm. Hasil pengujian terhadap penggunaan RFID menunjukkan bahwa jarak maksimum pembacaan kartu RFID senjata adalah sebesar 4 cm. Sedangkan hasil pengujian terhadap pemindai sidik jari memberikan akurasi 100% dalam pengenalan sidik jari yang telah didaftarkan. Tingkat keberhasilan pengenalan sidik jari juga ditentukan oleh kondisi permukaan ujung jari. Pengujian terhadap keseluruhan sistem menunjukkan hasil bahwa sistem ini dapat berjalan dan berfungsi dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa hasil implementasi sistem telah dapat meningkatkan kinerja sistem pengamanan gudang senjata.

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya, pengembangan sistem perlu dilakukan agar dapat diaplikasikan di gudang senjata secara nyata. Kartu RFID yang digunakan harus memiliki kemampuan pembacaan pada jarak yang lebih jauh agar lebih praktis dalam penggunaannya. Untuk itu dapat digunakan kartu RFID yang aktif dan metode pengenalan biometrik perlu dikembangkan agar pengenalan identitas personil jauh lebih akurat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AH. Yesa, M. Rivai, "Otomasi Pelayanan Binatu Berbasis Raspberry Pi untuk Meningkatkan Efisiensi Kegiatan Operasional dan Pelayanan Binatu", Jurnal Teknik ITS, Vol. 5, No. 2, 2016.
- [2] N. A. Syahid, M. Rivai, dan Suwito, "Sistem Keamanan pada Lingkungan Pondok Pesantren Menggunakan Raspberry Pi", Jurnal Teknik ITS, Vol. 5, No. 2, 2016.
- [3] G. Kaushal, R. Mishra, N. Chaurasiya, and P. Singh, "RFID Based Security and Access Control System Using Arduino with GSM Module ", International Journal of Electrical and
- [4] M. Dzulkifli, M. Rivai, dan Suwito, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network", Jurnal Teknik ITS, Vol. 5, No. 2, 2016.
- [5] N. Arbain, N. Nordin, N. Isa and S. Saaidin, "LAS: Web-based laboratory attendance system by integrating RFID-ARDUINO technology", 2014 2nd International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE), 2014.
- [5] R. Want, "An Introduction to RFID Technology", IEEE Pervasive Computing, vol. 5, no. 1, pp. 25-33, 2006.
- [6] S. Nath, P. Banerjee, R. Biswas, S. Mitra and M. Naskar, "Arduino based door unlocking system with real time control", 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), 2016.
- [7] S. Swaraj, R. R. Khandelwal, and S. Verma, "RFID Based Automatic Vehicle Identification for Access Control", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 4, Issue 2, 2016.

- [8] V. Ivanov and J. Baras, "Authentication of fingerprint scanners", 2011 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2011.
- [9] Y. Park, P. Sthapit and J. Pyun, "Smart digital door lock for the home automation", TENCON 2009 - 2009 IEEE Region 10 Conference, 2009.
- [10] Md. A. Aziz, Y. N. Kumar, Ch. P. Kumar, and S P. Y. Kumar. Chaurasiya, and P. Singh "RFID Based Security and Access Control System Using Arduino", International Journal of Electrical and Electronics Engineering, Vol. 2, Issue 4, 2016.
- [11] D. Adak, M. K. Pain, and U. K. Dey "RFID Based Security System Access Control System Using Arduino Module", International Journal of Science and Engineering Research, Vol. 8, Issue 3, 2017.
- [12] Y. Mishra, G. K. Marwah, and S. Verma, "Arduino Based Smart RFID Security and Attendance System with Audio acknowledgement ", International Journal of Engineering Research and Technology, Vol. 4, Issue 1, 2015.

LAMPIRAN

1. Program arduino untuk pembacaan RFID

```
void RFID2_Check() {
    // Mengecek apakah ada kartu RFID
    if ( ! Reader2.PICC_IsNewCardPresent())
        return;

    // Memastikan UID sudah terpindai
    if ( ! Reader2.PICC_ReadCardSerial())
        return;

    // Serial.print(F("PICC type: "));
    // MFRC522::PICC_Type piccType =
    Reader2.PICC_GetType(Reader2.uid.sak);
    //
    Serial.println(Reader2.PICC_GetTypeName(piccType));

    lcd.print(F("NUID: "));
    printHex(Reader2.uid.uidByte, Reader2.uid.size);
}

void printHex(byte *buffer, byte bufferSize) {
    for (byte i = 0; i < bufferSize; i++) {
        lcd.print(buffer[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
        lcd.print(buffer[i], HEX);
    }
}
```

2. Perangkat *Hardware*



Gambar 1. Sistem Kontrol Elektronika



Gambar 2. Gudang Senjata Tampak Depan



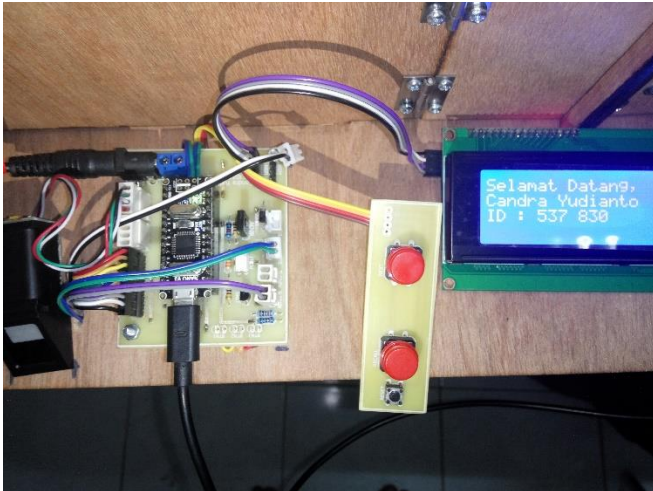
Gambar 3. Gudang Senjata Tampak Atas



Gambar 4. Tampilan LCD dan Tombol Pemilihan Mode “Pengambilan” dan “Pengembalian” Senjata



Gambar 5. Solenoid pada Pintu Gudang Senjata



Gambar 6. Sistem Rangkaian Elektronika, terdiri dari modul sidik jari, sistem minimum, tombol, dan LCD



Gambar 7. RFID Reader pada Pintu Gudang Senjata



Gambar 8. Proses Pemindaian Sidik Jari

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis adalah alumni SDN Manukan Kulon Surabaya, SMPN 02 Surabaya, dan SMUN 08 Surabaya. Penulis juga pernah menempuh pendidikan di Akademi Angkatan Udara 2008 dan merupakan anak ke 3 dari 4 bersaudara. Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 16 Agustus 1983. Penulis memiliki hobi menembak dan berenang.

